

МАГНИТНЫЙ БЕЗГРАДУИРОВОЧНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СЖИМАЮЩИХ НАПРЯЖЕНИЙ В НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЯХ

Ключевые слова: напряжения, магнитная анизотропия, магнитный метод.

Разработка методов и средств неразрушающего контроля механических напряжений в стальных конструкциях ведется многими научными группами как в России, так и за ее пределами. На сегодняшний день развиваются в основном ультразвуковые и магнитные методы контроля действующих и остаточных механических напряжений. Данные методы основаны на установлении корреляционных связей между измеряемым физическим параметром и величиной напряжений и требуют проведения предварительной калибровки на стандартных образцах в машинах для механических испытаний. При этом стандартные образцы требуется изготавливать из той марки стали, из которой изготовлена контролируемая деталь или конструкция. Целью работы является разработка метода неразрушающего контроля, не требующего проведения предварительной градуировки на стандартных образцах.

Возможность контроля величины механических сжимающих напряжений предложенным в данной работе магнитным методом без проведения предварительной градуировки основана на двух важных моментах:

- 1) возникновение в детали под действием напряжений магнитной текстуры типа «легкая плоскость», перпендикулярной направлению перемагничивания и кардинально влияющей на процессы перемагничивания;
- 2) экспериментальное определение магнитных полей, в которых происходят резкие изменения обратимой намагниченности при необратимых смещениях 90-градусных доменных границ, наиболее чувствительных к механическим напряжениям. Величина механических напряжений определяется из условия равенства магнитостатической и магнитоупругой энергий:

$$H_{\sigma} M_s = \frac{3}{2} \lambda_{100} \sigma_i,$$

где H_{σ} – эффективное поле, определяемое экспериментально, M_s – намагниченность насыщения, λ_{100} — константа магнитострикции в направлении (100); σ_i — средние механические напряжения.

Для практической реализации метода разработан магнитометрический комплекс для контроля механических напряжений в локальных областях конструкций. Основным элементом комплекса является оригинальный первичный преобразователь, состоящий из намагничивающей, подмагничивающей и измерительной систем [1].

Применимость метода контроля величины механических напряжений проверялась на образцах из стали Ст20 при действии сжимающих нагрузок в упругой области деформаций. Расхождения экспериментально определенных величин механических напряжений с действующими не превышали 7 %.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФАНО России (тема «Диагностика», № г.р. 01201463329) при финансовой поддержке РФФИ (проект №16-58-00027 Бел_а) и проекта УрО РАН № 15-17-2-5.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика и устройство для безградуировочного определения величины остаточных сжимающих напряжений в деформированных растяжением низкоуглеродистых сталях / А. П. Ничипурук [и др.] // Дефектоскопия, 2017. № 11. С. 21–26.